

Patent number:	JP7249830
Publication date:	1995-09-26
Inventor:	MINAGAWA SHIGEKAZU; others: 03
Applicant:	HITACHI LTD
Classification:	
International:	H01S3/18; H01L33/00
European:	
Application number:	JP19940039443 19940310
Priority number(s):	

Abstract of **JP7249830**

**PURPOSE:** To obtain a semiconductor light-emitting element which forms a Fabry- Perot cavity in an Al GaInN-based epitaxial crystal.

**CONSTITUTION:** In an AlGaInN-based epitaxial crystal having a Wurtzite-type crystal structure, a groove is cut vertically in the face of the epitaxial crystal, an epitaxial crystal is grown on side faces of the groove, and a good Fabry- Perot cavity is formed. Concretely, as shown in the figure, a groove 18 is dug in AlGaInN-based crystal layers 12 to 16, a crystal growth layer 19 is formed on its sidewalls, and a flat reflecting face is formed. Thereby, it is possible to form the Fabry-Perot cavity in the AlGaInN-based epitaxial crystal, which has been difficult in conventional cases.

## [Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device which protects the front face of the epitaxial (0001) crystal layer of an AlGaInN system nitride crystal by the protective coat, carries out exposure formation of the crystal face at which it crosses subsequently to a \*\* (0001) side and a right angle, and which faces, and is characterized by growing up the crystal of an AlGaInN system to be the appropriate back on this exposure crystal face, and finally removing the above-mentioned protective coat.

## [Detailed Description of the Invention]

## [0001]

[Industrial Application] This invention is concerned with the manufacture approach of a semi-conductor light emitting device.

## [0002]

[Description of the Prior Art] The light emitting device of a light field has been conventionally manufactured mainly using the phosphide of the groups III-V semiconductor, or an arsenide crystal. For example, GaP etc. is used for red by GaAsP, GaP, AlGaInP, and green. Although researches and developments of the component which emits blue glow with wavelength short recently more are done briskly, the larger nitride crystal of forbidden-band width of face is used for this. A light emitting device is made by usually forming the p-n junction or the heterojunction which consists of the crystal of an AlGaInN system by metal-organic chemical vapor deposition on the field (0001) of a sapphire crystal. This is because a crystal with the best crystal growth on a field (0001) is given. Since light is taken out from the top face of a chip in the case of a light emitting diode, it is almost satisfactory, but when semiconductor laser will be made from now on, how the cavity for laser oscillation is formed poses a big problem.

## [0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is using a hard ceramic substrate crystal called sapphire the first of a trouble. In the case of a light emitting diode, it is satisfactory if a wafer is cut down for a chip by the diamond saw. However, when making light a chip from

a wafer in the case of edge-emitting LED (Light Emitting Diodes) and laser which are taken out from the side face of a chip, it needs to be divided finely. It is because trouble will arise in extraction of light if it is divided irregularly or is ruined. Especially in the case of laser, a cleavage plane is made finely and the good mirror plane of parallelism must be acquired. Both the epitaxial crystals attached a substrate crystal and on it are crystals of a wurtzite mold, and the second trouble is not having the crystal face which can carry out cleavage easily. When a crystal is thin, a field (0001) can be barely used as a cleavage plane, but since a field becomes as mentioned above (0001) in a crystal growth side in the case of the epitaxial growth of the nitride set as the object of this invention, in the usual laser structure, it cannot use as a reflector of a cavity. (0001) It becomes a key for realizing semiconductor laser by this ingredient system how a mirror plane perpendicular to a field is formed by approaches other than cleavage.

[0004] The purpose of this invention is to offer the manufacture approach of the semi-conductor light emitting device which solved the above-mentioned trouble.

[0005]

[Means for Solving the Problem] the \*\* which does not depend the above-mentioned purpose on cleavage -- crystal growth -- 4 -- the flat crystal face is formed and it is attained by using this as a reflector of a laser cavity. First, the front face of the AlGaInN system crystal layer which grew on the wafer (0001) is protected by depositing a protective coat (for example, SiO<sub>2</sub> film), and, subsequently a slot parallel on a wafer is formed with a photograph RISOGURAFU technique and etching techniques, such as etching. The side face of a slot chooses experiment conditions so that it may become perpendicular to a front face as much as possible. This wafer is put into a crystal growth furnace, and the crystal of an AlGaInN system is grown up to be the part of a slot. With crystal growth, the irregularity on the front face of a slot produced by processing of a slot is accustomed gradually, and forms a flat side face.

[0006]

[Function] Since the side face of the slot cut in parallel on a wafer by the above-mentioned means turns into a flat surface specified in the crystal face, a reflection factor can form a high cavity with sufficient parallelism on the epitaxial (0001) wafer of the wurtzite mold AlGaInN.

[0007]

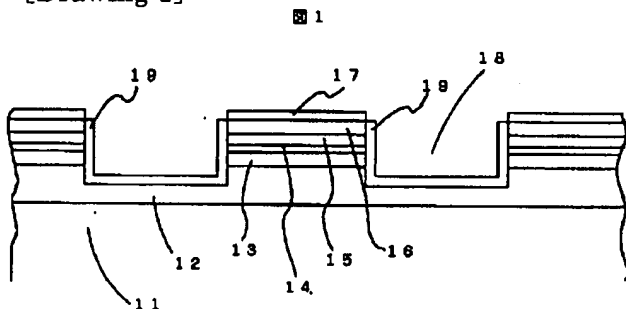
[Example] This invention is explained based on drawing 1. An organic metal vapor-phase-epitaxial-growth method is used for crystal growth. Trimethylaluminum, trimethylgallium, and trimethylindium are made into the precursor of an III group element, and ammonia is used as a precursor of V group element. After putting the substrate (0001) crystal 11 of sapphire into a crystal growth furnace and heating at 1000 degrees C, the above-mentioned precursor is passed on it and 10 micrometers and 5 which were grown up 2 micrometers 1 micrometer 0.1 micrometers 1 micrometer layer structures are formed for each class of the GaN layer 12, the AlGaInN layer 13, the GaInN layer 14, the AlGaInN layer 15, and the GaN layer 16, respectively. A carrier becomes possible [ the guided wave of light ] to close according to this structure. This wafer is taken out, SiO<sub>2</sub> film 17 is attached on that front face, and the slot 18 parallel to the [11-20] direction with a width of face of 500 micrometers is formed every 500 micrometers after said nitride crystal of five layers by photograph RISOGURAFU and the dry etching using SiCl<sub>4</sub>. When this wafer was again put into the crystal growth furnace and 5 micrometers grew the AlGaN layer 19, the Fabry-Perot reflector 20 of the good pair of parallelism was formed in the side face of a slot. When this wafer was cut down at the right angle in the reflector at width of face of 400

micrometers and having been excited by ultraviolet rays with a wavelength of 442 micrometers, the laser oscillation of blue glow with a wavelength of 480nm was shown. Although this example showed the example which took the direction of a slot in the [11-20] direction, the [1-100] direction is sufficient and the crystal face between these two fields may be used.

[0008]

[Effect of the Invention] According to this invention, in the AlGaInN system crystal which has the crystal structure of a wurtzite mold, the Fabry-Perot cavity formation was conventionally difficult the cavity can be formed.

[Drawing 1]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-249830

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18				
H 0 1 L 33/00	B			

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平6-39443

(22) 出願日 平成6年(1994)3月10日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 皆川 重量

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 田中 俊明

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 石谷 善博

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

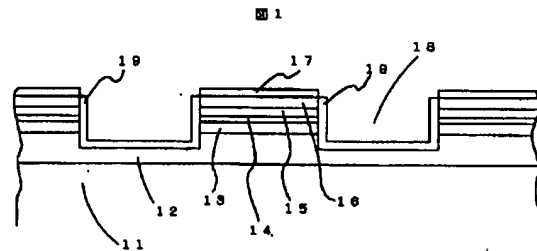
(54) 【発明の名称】 半導体発光素子の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 AlGaInN系エピタキシャル結晶にファブリ・ペロー・キャビティを形成する半導体発光素子の製造方法を提供する。

【構成】 ウルツ鉱型結晶構造を有するAlGaInN系のエピタキシャル結晶において、エピタキシャル結晶面に垂直に溝を切り、溝の側面上にエピタキシャル結晶を成長せしめることによって良好なファブリ・ペロー・キャビティを形成する。具体的には図1に示すとおり、AlGaInN系エピタキシャル結晶層12-16に溝18を掘り、その側壁に結晶成長層19をつけることによって平坦な反射面が形成される。

【効果】 AlGaInN系のエピタキシャル結晶に従来困難であったファブリ・ペロー・キャビティを作り込むことが出来る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 AlGaInN系窒化物結晶の(0001)エピタキシャル結晶層の表面を保護膜で保護し、ついで該(0001)面と直角に交わる相対する結晶面を露出形成し、しかるのちに該露出結晶面上にAlGaInN系の結晶を成長し、最後に上記保護膜を取り去ることを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体発光素子の製造方法にかかわる。

## 【0002】

【従来の技術】 可視光領域の発光素子は従来、主としてIII-V族化合物半導体のうちの燐化物あるいは砒化物結晶を用いて製造されてきた。例えば赤色にはGaAsP, GaP, AlGaInP, 緑色にはGaPなどが使われている。最近、より波長の短い青色光を発する素子の研究開発が盛んに行われているが、これには禁制帯幅のより広い窒化物結晶が使われている。発光素子は通常サファイア結晶の(0001)面上にAlGaInN系の結晶から成るホモ接合あるいはヘテロ接合を有機金属気相成長法によって形成することによって作られる。これは(0001)面上での結晶成長がもっとも良質な結晶を与えるからである。発光ダイオードの場合は光はチップの上面からとりだすのであまり問題はないが、今後半導体レーザを作っていく場合にはレーザ発振のためのキャビティをどのように形成するかが大きな問題となる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 問題点の第一はサファイアという固いセラミック基板結晶を用いていることである。発光ダイオードの場合はダイヤモンド・ソーでウエハをチップに切り出せば問題ない。しかし光をチップの側面から取り出すedge-emitting LED(Light Emitting Diodes)やレーザの場合にはウエハからチップにするときに、きれいに割れる必要がある。不規則に割れたり、割った面が荒れていたりすると光の取りだしに支障が生ずるからである。とくにレーザの場合はきれいに劈開面が出来て平行性のよい鏡面が得られなければならない。第二の問題点は基板結晶ならびにその上につけるエピタキシャル結晶がともにウルツ鉱型の結晶であって容易に劈開出来る結晶面を有していないことである。結晶が薄い場合は(0001)面を辛うじて劈開面として用いるが、本発明の対象となっている窒化物のエピタキシャル成長の場合には上述のように(0001)面が結晶成長面になるので、通常のレーザ構造においてはキャビティの反射面として用いることは出来ない。(0001)面に垂直な鏡面を劈開以外の方法で如何に形成するかがこの材料系で半導体レーザを実現するための鍵となる。

【0004】 本発明の目的は、上記問題点を解決した半導体発光素子の製造方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的は劈開によらずに結晶成長によって平坦な結晶面を形成し、これをレーザキャビティの反射面として用いることによって達成される。まず、(0001)ウエハ上に成長したAlGaInN系結晶層の表面を保護膜(例えばSiO<sub>2</sub>膜)を堆積することによって保護し、ついでフォトリソグラフ技術とエッチングなどの食刻技術によりウエハ上に平行な溝を形成する。溝の側面は出来るだけ表面に対して垂直になるように実験条件を選ぶ。このウエハを結晶成長炉に入れて溝の部分にAlGaInN系の結晶を成長する。溝の加工によって生じていた溝表面の凹凸は結晶の成長と共にしだいにならされて平坦な側面を形成する。

## 【0006】

【作用】 上記の手段によりウエハ上に平行に切られた溝の側面は結晶面で規定される平面となるので、ウルツ鉱型AlGaInNの(0001)エピタキシャルウエハ上に反射率がよく平行度の良いキャビティを形成することが出来る。

## 【0007】

【実施例】 本発明を図1にもとづいて説明する。結晶の成長には有機金属気相エピタキシャル成長法を用いる。トリメチルアルミニウム、トリメチルガリウム、トリメチルインジウムをIII族元素のプレカーサとし、アンモニアをV族元素のプレカーサとして用いる。サファイアの(0001)基板結晶11を結晶成長炉に入れて1000°Cに加熱したのち、上記プレカーサをその上に流してGaIn層12、AlGaIn層13、GaIn層14、AlGaIn層15、GaIn層16の各層をそれぞれ10μm、1μm、0.1μm、1μm、2μm成長させた五層構造を形成する。この構造によりキャリアの閉じ込めと光の導波が可能となる。このウエハを取り出してその表面上にSiO<sub>2</sub>膜17をつけ、フォトリソグラフとSiCl<sub>4</sub>を用いたドライエッチングによって前記五層の窒化物結晶の上に幅500μmの[11-20]方向に平行な溝18を500μmごとに形成する。このウエハを再び結晶成長炉に入れてAlGaIn層19を5μm成長すると、溝の側面に平行性の良い一対のファブリ・ペロー反射面20が形成された。このウエハを反射面に直角に幅400μmに切り出し、波長442μmの紫外線で励起すると波長480nmの青色光のレーザ発振を示した。本実施例では溝の方向を[11-20]方向に取った例を示したが、[1-100]方向でも良いし、この二つの面の間の結晶面を用いても良い。

## 【0008】

【発明の効果】 本発明によれば、ウルツ鉱型の結晶構造を有するAlGaInN系結晶において、従来形成困難であったファブリ・ペロー・キャビティを形成することが出来る。

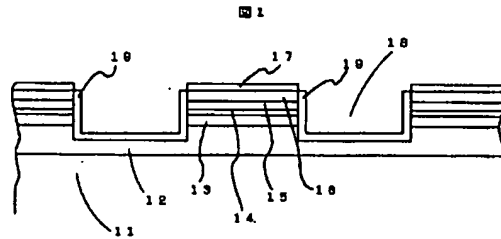
## 【図面の簡単な説明】

【図1】 AlGaInN系エピタキシャル結晶による光導波構造の断面図。

## 【符号の説明】

11…(0001)サファイア基板結晶、12…GaN層、13…AlGaIn \* 膜、18…溝、19…AlGaIn層。  
層、14…GaInN層、15…AlGaIn層、16…GaN層、17…SiO<sub>2</sub> \*

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 大歳 創

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内